

Instituições artificiais para transações de ativos em sistemas multiagente

Orientador: Jomi Fred Hübner

1 Motivação e Problemática

A área de Inteligência Artificial (IA) em geral, e a área de Sistemas Multiagente (SMA) em particular, propõem meios para desenvolver entidades autônomas – os *agentes* – capazes de interagir entre si e com humanos [4]. As interações entre os agentes em SMAs podem envolver não apenas a troca de informações como também a troca de ativos.¹ Por exemplo, no ano de 2015, cerca de 70% do volume total de transações em bolsas de valores nos EUA e Europa envolveram programas de computador, dentre os quais boa parte atuando de forma autônoma [2]. Pode-se ir além, imaginando agentes atuando em transações imobiliárias, administração de direitos autorais etc. Nesse cenário, alguns autores predizem a o surgimento de uma “*Internet of Value*” (IoV) (ou “*Internet of Money*”) como área de pesquisa e desenvolvimento para suportar transações de ativos em que pelo menos uma das partes envolvidas seja um programa de computador [5, 3].

A noção de IoV é impulsionada pela pelo advento da tecnologia *blockchain*, que é um suporte tecnológico para viabilizar transações de ativos entre sistemas computacionais [8, 7]. *Blockchains* podem ser definidos como registros de transações baseados em tecnologias que oferecem garantias de segurança, confiabilidade, escalabilidade, etc. Por exemplo, uma agente informa uma transferência de algum valor monetário em benefício de outro agente. Essa transferência é certificada pelo sistema e fica registrada no *blockchain*, sendo publicamente visível. Assim, todo o sistema sabe que houve uma transferência e que a posse do valor migrou de um agente para o outro.

É importante destacar, no entanto, que a noções como *ativo*, *valor*, *dinheiro* etc, não fazem parte da tecnologia *blockchain*. De forma simplificada, *blockchain* é “apenas” um banco de dados. Por outro lado, é desejável que agentes e mecanismos de regulação presentes em SMAs possam abstrair a complexidade envolvida nos *blockchains*. Isto é, é desejável que agentes e outros elementos do SMA tratem *blockchains* como transações de ativos e não como registros em bancos de dados.

Uma alternativa para isso seria dotar os agentes e demais elementos do sistema com a capacidade de interpretar os registros dos *blockchains* como

¹*Ativos* podem ser valores monetários, bens imóveis, bens de consumo, além de ativos intangíveis tais como votos, ideias, reputação, invenções etc [7].

transações de ativos. Mas isso provoca problemas adicionais. Diferentes agentes poderiam interpretar um mesmo registro de formas diferentes, por exemplo. Além disso, tal abordagem faz com que o SMA seja desenvolvido em um nível de abstração mais baixo do que o desejável. Espera-se, nos SMAs considerados nessa proposta, programar transações de ativos em vez de programar manipulação de registros em *blockchains*.

Uma direção para tratar esse problema é inserir, nos SMAs, a noção de *instituição* como elemento que fornece significado aos elementos do ambiente em que os agentes atuam. Assim como nas sociedades humanas as instituições definem que cédulas de papel tem algum valor monetário [6], instituições em SMA podem definir que registros em *blockchains* podem equivaler a transações envolvendo dinheiro, bens, direitos etc. Nessa direção, o modelo *Situated Artificial Institutions* (SAI) [1] propõe elementos para introduzir *instituições* em SMA.

2 Objetivo

O principal objetivo desta proposta é aplicar a noção de *instituição artificial* – considerando mas não necessariamente se restringindo ao modelo SAI – para viabilizar o uso de SMA para transações de ativos suportadas pela tecnologia *blockchain*. Espera-se, assim, desenvolver tanto os agentes e quanto os meios de regulação do sistema de forma que as operações envolvendo registros de *blockchains* sejam vistas, do ponto de vista do SMA, como transações de ativos. Essa interpretação dos *blockchains* como registros de transações de ativos passa a ser um processo de *institucionalização* dos *blockchains*, independente da atuação dos agentes ou de outros elementos que compõem o sistema.

3 Etapas do projeto

O desenvolvimento do projeto passará pelas seguintes etapas (não necessariamente feitas em sequência):

1. estudo de *blockchain* e *Internet of Value*;
2. estudo de SMA, programação Multiagente, e instituições artificiais e regulação em SMA;
3. estudo de trabalhos relacionados;
4. avaliação do estado da arte;
5. definição de pelo menos um cenário de aplicação;
6. para cada cenário escolhido:
 - (a) implementação uma solução tradicional, desenvolvendo uma aplicação multiagente usando *blockchain* sem a noção de *instituição*;
 - (b) implementação uma solução incluindo instituições.
7. definição de critérios de avaliação;
8. avaliação das soluções;

9. redação de artigos;
10. redação da dissertação;

4 Requisitos do candidato

- Facilidade de leitura (e escrita) em inglês;
- Habilidade de programação (estruturada, orientada a objetos e lógica);
- Experiência (ou interesse) com sistemas embarcados;
- Interesse pelo estudo e desenvolvimento de projetos integradores (uso de vários produtos/software, feitos em outros projetos acadêmicos, sem muita documentação, etc.);
- Trabalho em equipe.

Referências

- [1] Maiquel de Brito, Jomi Fred Hübner, and Olivier Boissier. A conceptual model for situated artificial institutions. In Nils Bulling, Leendert van der Torre, Serena Villata, Wojtek Jamroga, and Wamberto Vasconcelos, editors, *Computational Logic in Multi-Agent Systems*, volume 8624 of *Lecture Notes in Computer Science*. 2014.
- [2] Mike Farjam and Oliver Kirchkamp. Bubbles in Hybrid Markets - How Expectations about Algorithmic Trading Affect Human Trading. CESifo Working Paper Series 5631, CESifo Group Munich, 2015.
- [3] Peter Frøystad and Jarle Holm. Blockchain: Powering the internet of value. Technical report, EVERY Financial Services, 2015.
- [4] Michael Luck, Peter McBurney, Onn Shehory, and Steve Willmott. Agent technology: computing as interaction (a roadmap for agent based computing). 2005.
- [5] Steve Omohundro. Cryptocurrencies, smart contracts, and artificial intelligence. *AI Matters*, 1(2):19–21, December 2014.
- [6] John Searle. *The Construction of Social Reality*. Free Press, 1995.
- [7] Melanie Swan. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media, 2015.
- [8] D. Tapscott and A. Tapscott. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin Publishing Group, 2016.